

(19)



(11)

EP 4 261 852 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
18.10.2023 Bulletin 2023/42

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
H01B 7/295 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **23167207.2**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
H01B 7/295

(22) Date de dépôt: **07.04.2023**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **GYPPAZ, Franck
69003 LYON (FR)**
• **AUVRAY, Thierry
69006 LYON (FR)**
• **BLANC, Vincent
69210 SAINT PIERRE LA PALUD (FR)**

(30) Priorité: **13.04.2022 FR 2203427**

(74) Mandataire: **Ipsilon
Le Centralis
63, avenue du Général Leclerc
92340 Bourg-la-Reine (FR)**

(71) Demandeur: **Nexans
92400 Courbevoie (FR)**

(54) **MATÉRIAU POUR LE RENFORCEMENT LOCAL OU LA RESTAURATION DE LA RÉSISTANCE
AU FEU DE CÂBLES ÉLECTRIQUES**

(57) La présente invention concerne un procédé permettant d'améliorer les performances de résistance au feu d'un câble, qui comprend au moins une étape (e1) dans laquelle on dépose, sur une portion seulement de la surface extérieure dudit câble, un matériau fibreux im-

prégné de composition géopolymère, ce par quoi on obtient un revêtement composite résistant au feu sur cette portion de la surface. L'invention concerne également des kits pour la mise en oeuvre du procédé, ainsi que les câbles améliorés tels qu'obtenus à l'issue du procédé.

EP 4 261 852 A1

Description

[0001] La présente invention a trait au domaine des fils et câble présentant des capacité de résistance au feu. Les câbles présentant cette capacité, dits « résistants au feu » sont destinés à être mis en oeuvre dans des dispositifs électriques dont l'intégrité électrique est maintenue dans les conditions d'un incendie : ils continuent à assurer leur rôle même lorsqu'ils sont soumis à haute température. Ce type de câble résistant au feu présente en général en corollaire de bonnes performances en réaction au feu, avec des propriétés intéressantes de non-propagation de l'incendie et de non-production de fumée. Les capacités de résistance au feu d'un câble peuvent être quantifiées notamment selon les tests standardisés des normes NF C 32070 catégorie CR1, EN 50200, IEC 60331-1, ou IEC60331-2.

[0002] L'invention permet plus précisément de protéger, renforcer ou restaurer les capacités de résistance au feu d'un câble électrique muni d'une couche protectrice destinée à lui assurer de telles capacités. En particulier, l'invention vise à restaurer les performances des câbles résistants au feu lorsque leur couche protectrice visant à assurer la résistance au feu est endommagée. Alternativement l'invention peut être employée de façon préventive pour prévenir un tel endommagement sur une zone de câble ou plus généralement pour accroître au moins localement les capacités de résistance au feu d'un câble électrique.

[0003] L'invention s'applique typiquement, mais non exclusivement, à des câbles destinés au transport d'énergie tels que des câbles électriques de sécurité résistants au feu, notamment sans halogène, susceptibles de fonctionner pendant un laps de temps donné dans des conditions d'incendie. L'invention est également bien adaptée pour des câbles destinés à éviter la propagation d'incendie ou la génération de fumées. Les câbles employés dans le cadre de l'invention peuvent en particulier être des câbles de transport d'énergie basse ou moyenne tension et notamment pour des tensions inférieures à 30 kV. L'invention est également adaptée pour les câbles de transport d'information et les câbles comportant des fibres optiques.

[0004] Pour améliorer la résistance au feu de fils et de câbles électriques, de nombreuses solutions ont été proposées, qui mettent classiquement en oeuvre au moins un revêtement protecteur entourant des couches sous-jacentes du fil ou du câble qui sont à base de matériaux inflammables. Ce revêtement protecteur est destiné à protéger ces matériaux inflammables lorsque le fil ou le câble est soumis aux conditions d'un incendie. Les matériaux inflammables protégés par ces couches sont par exemple les constituants d'au moins une couche isolante du câble, qui est typiquement à base d'un thermoplastique tel que le polyéthylène, le polypropylène ou le PVC, qui sont, en soi, des matériaux qui s'enflamment très aisément lorsqu'ils se trouvent en contact avec un foyer d'incendie, comme une flamme, un point de surchauffe

ou une étincelle.

[0005] Les couches protectrices qui sont employées pour éviter l'inflammation de ce type de matériau inflammable peuvent varier en une assez large mesure. Ces couches protectrices ont comme effet commun qu'elles permettent d'inhiber, ou tout au moins de réduire de façon plus ou moins prononcée, l'inflammation du matériau inflammable lorsqu'on intercale la couche protectrice entre le matériau à protéger et le foyer d'incendie. Des couches protectrices efficaces sont notamment employés dans les fils et câbles dits « LFHC » (pour l'anglais : « Low Fire Hazard Cables ») qui comprennent par exemple des matériaux polymères incluant des charges ignifugeantes. Plus spécifiquement, il a été décrit, notamment dans la demande EP 3 670 471, l'emploi de couches particulièrement efficaces à base de géopolymères.

[0006] Néanmoins, au cours du transport, de l'installation et de la mise en oeuvre d'un câble résistant au feu, les matériaux protecteurs qui assurent l'effet de résistance au feu peuvent être endommagés localement, par exemple sous l'effet de chocs, de contraintes mécaniques ou de frottements, ce qui induit l'apparition de faiblesses dans la couche protectrice (fissure, fragilité, épaisseur amoindrie par exemple) et donc réduit l'effet de résistance au feu globale du câble.

[0007] Un but de la présente invention est de permettre de restaurer les propriétés de résistance au feu d'un tel câble endommagé.

[0008] Plus généralement l'invention a pour objectif de fournir des produits et méthodes permettant d'améliorer localement l'effet de protection anti-feu d'un câble pour assurer audit câble des capacités accrues de résistance au feu.

[0009] A cet effet, il est proposé selon la présente invention d'appliquer localement sur le câble un matériau fibreux imprégné par une composition polymère, ce par quoi on obtient localement sur ledit câble un revêtement géopolymère protecteur, dont les inventeurs ont maintenant mis en évidence qu'il améliore les propriétés de résistance au feu du câble. En particulier, lorsqu'il est appliqué sur les fragilités de la couche protectrice d'un câble endommagé, le revêtement géopolymère protecteur restaure au moins à l'identique (voire en l'améliorant) les propriétés de résistance au feu initiales du câble.

[0010] Plus précisément, selon un premier aspect, la présente invention a pour objet un procédé permettant d'améliorer les propriétés de résistance au feu d'un câble qui comprend au moins une étape (e1) dans laquelle on dépose, sur une portion seulement de la surface extérieure dudit câble, un matériau fibreux imprégné de composition géopolymère, ce par quoi on obtient un revêtement composite résistant au feu sur ladite portion de la surface extérieure du câble traité.

[0011] Typiquement, dans le procédé de l'invention le matériau imprégné est appliqué sur un câble comprenant une couche destinée à assurer une résistance au feu mais endommagée localement avec des fragilités locales (de type fissures ou amoindrissement d'épaisseur no-

tamment). Dans ce cas dans l'étape (e1), le matériau fibreux est déposé sur une partie seulement du câble mais de façon à recouvrir les fragilités de ladite couche endommagée (par exemple sur une fissure du câble ou une zone de moindre épaisseur). En pratique le matériau imprégné est avantageusement appliqué sur une surface plus importante que la seule surface en regard de la fragilité, typiquement en débordant hors de cette surface pour s'assurer d'une couverture complète sans effet de bord.

[0012] Selon un mode de réalisation compatible avec la réparation d'une couche endommagée décrite dans le paragraphe précédent, le procédé de l'invention peut être employé plus généralement pour renforcer localement les propriétés de résistance au feu du câble, que celui-ci soit endommagé ou non. Dans ce cas, cas dans l'étape (e1), le matériau fibreux peut par exemple être déposée sur une partie du câble destinée à être soumise à des conditions de température plus élevée que le reste du câble (au niveau d'une armoire électrique ou d'une connexion par exemple). Là encore de préférence en débordant un peu pour s'assurer d'une couverture complète de la zone ciblée sans effet de bord.

[0013] Le câble traité selon l'invention comprend généralement une couche de matériau inflammable sous une couche destinée à assurer une résistance au feu. Au sens de la présente description, on désigne par « matériau inflammable » un matériau présent dans le câble, et qui est, en tant que tel (à savoir lorsqu'il est isolé hors du câble), susceptible de s'enflammer lorsqu'il est en mis en contact avec un foyer d'incendie.

[0014] Le matériau inflammable présent câble traité selon le procédé de l'invention peut par exemple comprendre au moins une couche isolante ou semi-conductrice non ignifugée, contenant de préférence au moins un polymère thermoplastique choisi parmi le polyéthylène (PE), le polypropylène (PP) ou le polychlorure de vinyle (PVC),

[0015] Dans tous les cas de figure, l'étape (e1) est avantageusement, mais non nécessairement, suivie d'une étape (e2) de durcissement de la composition polymère. En fait, que cette étape (e2) soit conduite ou non, on obtient systématiquement, du simple fait de la mise en oeuvre de l'étape (e1), un revêtement composite résistant au feu sur une portion de la surface extérieure du câble. L'étape (e2) de consolidation présente l'avantage d'assurer une meilleure tenue du revêtement composite autour du câble modifié selon le procédé mais elle n'a pas d'impact sur les propriétés de résistance au feu elles-mêmes.

[0016] Selon un mode de réalisation intéressant de l'invention, l'étape (e1) est conduite en appliquant, autour d'une portion seulement de la surface extérieure du câble, un ruban comprenant un matériau fibreux imprégné de composition géopolymère et en formant à l'aide de ce ruban au moins un anneau fermé autour du câble. Selon une première variante avantageuse de ce mode de réalisation, le ruban employé dans l'étape (e1) com-

prend un ruban continu de matériau fibreux imprégné de composition géopolymère. Selon cette variante, l'étape (e2) est avantageusement mise en oeuvre à l'issue de l'étape (e1) pour assurer un bon maintien du ruban autour du câble. Alternativement, le ruban peut être à base d'un support continu non fibreux et comporter plusieurs zones discontinues de matériau fibreux imprégnées par une composition géopolymère. Dans ce cas, la mise en oeuvre de l'étape (e2) reste avantageuse mais elle n'est pas rigoureusement nécessaire

[0017] Selon un autre mode de réalisation, l'étape (e1) est effectuée en déposant sur le câble à traiter un revêtement composite résistant au feu sur une zone qui ne forme pas un anneau continu autour du câble. Dans ce cas, il est le plus souvent nécessaire d'assurer une adhésion entre ce revêtement et le câble. Pour ce faire, le revêtement est avantageusement solidarisé avec le câble à l'aide d'une couche d'adhésif plus extérieure au câble (à savoir plus éloignée de l'axe du câble que le revêtement effectué selon l'étape (e1) et, le cas échéant, de l'étape (e2) optionnelle). La couche d'adhésif emprisonne alors tout ou partie du revêtement entre le câble et l'adhésif. Selon une première variante, le matériau fibreux utilisé est préalablement déposé sur une couche d'adhésif de dimension plus importante que celle du matériau fibreux, formant ainsi schématiquement une sorte de pansement adhésif qui permet une application directe sur le câble, schématiquement de la même façon qu'on vient appliquer un pansement imprégné sur la peau dans le domaine médical. Dans ce cas, l'étape (e2) n'est pas généralement pas mise en oeuvre, l'emprisonnement de la composition géopolymère entre le câble et l'adhésif rendant cette étape difficile à conduire. Selon une autre variante, la composition géopolymère peut être appliquée sous la forme d'au moins un petit « patch » de dimensions plus faibles que le diamètre du câble, puis un adhésif est appliqué sur au moins une partie du patch en débordant sur le câble, un peu à la manière d'une compresse fixée par un ruban adhésif pour faire le même parallèle avec le domaine médical. Ce mode de réalisation est tout particulièrement bien adapté pour assurer un traitement localisé et précis de zones de faiblesses du câble en matière de résistance au feu et il permet de limiter les quantités de géopolymères et de matériau fibreux employées.

[0018] Le procédé de l'invention permet ainsi, selon toutes ses variantes, de déposer un revêtement protecteur additionnel sur le câble traité, par exemple au niveau de zones fragilisées ou susceptibles de le devenir, ce par quoi le câble traité présente des performances accrues de résistance au feu par rapport au câble avant la mise en oeuvre de l'étape (e1).

[0019] Selon un autre aspect, la présente invention a également pour objet les câbles de surface modifiée du type obtenus selon le procédé de l'invention, qui sont modifiées au niveau d'une partie seulement de leur surface par un revêtement protecteur tel qu'obtenu selon l'étape (e1) et de l'optionnelle étape (e2) postérieure.

[0020] Un câble de ce type comprend typiquement:

- au moins un élément électriquement conducteur allongé ou au moins une fibre optique;
- au moins une couche d'un matériau inflammable entourant ledit élément électriquement conducteur allongé ou la fibre optique; et
- optionnellement, et de préférence, une couche destinée à assurer une résistance au feu entourant ledit matériau inflammable; et
- un revêtement protecteur de géopolymère appliquée autour de la couche de matériau inflammable, sur une partie seulement du câble, le cas échéant autour de la couche destinée à assurer une résistance au feu.

[0021] Selon encore un autre aspect, la présente invention a pour objet des kits pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention.

- Un premier type de kit comprend un matériau fibreux imprégné de composition géopolymère dans un contenant fermé étanche. Dans ce type de kit, le matériau fibreux imprégné de composition géopolymère est de préférence :
- sous la forme d'un ruban, de longueur plus importante que le diamètre externe du câble à traiter ;
- déposé sur une couche d'adhésif de dimension plus importante que celle du matériau fibreux, formant une sorte de pansement adhésif ; ou
- sous la forme d'une compresse.

[0022] Un deuxième type de kit comprend

- une composition géopolymère dans un récipient fermé étanche ; et
- un matériau fibreux destiné à être imprégné par ladite composition, de préférence sous forme de ruban ou de compresse.

[0023] Ce deuxième kit peut par exemple comprendre un flacon de composition géopolymère d'une part et des compresses à imprégner d'autre part. Selon une variante plus intéressante, le kit peut comprendre un dispositif contenant (1) un réservoir étanche rempli de composition géopolymère et (2) une réserve de ruban de matériau fibreux, ledit réservoir étant muni d'une sortie reliée à une buse ou un autre moyen de délivrance de la composition géopolymère et la réserve de ruban dévidant le ruban au niveau de ce moyen de délivrance, ce par quoi on obtient au besoin un ruban imprégné de composition géopolymère, de longueur souhaitée, par simple dévidement à partir de la réserve sur la longueur recherchée.

[0024] Ces deux types de kits peuvent éventuellement comprendre, en plus du matériau imprégné, un film adhésif à appliquer d'une part sur tout ou partie dudit revêtement et d'autre part sur une partie de la surface externe du câble, pour

[0025] Différents aspects et modes de réalisation possibles de l'invention sont décrits plus en détails ci-après.

L'étape (e1)

[0026] Lors de cette étape, une composition géopolymère est employée sous forme imprégnée sur un matériau fibreux.

[0027] Cette application lors de l'étape (e1) présente l'avantage d'être économique et très facile à mettre en oeuvre. Elle peut être effectuée à température ambiante, sans nécessiter de traitement thermique et donc directement sur des installations électriques au sein de bâtiments à des température allant par exemple de 10°C à 50°C environ, notamment entre 20°C à 40°C environ

[0028] L'étape (e1) permet de plus de maîtriser la quantité de composition appliquée, en assurant un dépôt suffisante de matière pour obtenir l'effet de protection escompté et en limitant cette application au minimum nécessaire notamment en vue de limiter les coûts.

[0029] La composition géopolymère de l'étape (e1) est susceptible de former, par solidification progressive (« prise ») un matériau géopolymère (désigné de façon plus concise par « géopolymère » dans la présente description) à partir de la composition géopolymère imprégnée employée dans l'étape (e1). Dans la présente description, à des fins de concision, cette étape de solidification qui induit la transformation de la composition géopolymère en matériau géopolymère est parfois désignée par étape de « séchage », bien que la formation du géopolymère à partir de la composition géopolymère implique des processus plus complexes qu'un simple séchage et qui conduisent davantage à une formation d'un matériau en tant que tel (géopolymère) plutôt qu'à une simple élimination d'eau.

[0030] Les compositions et matériaux utilisables dans le cadre de l'étape (e1) sont décrites plus en détail ci-dessous.

Le matériau fibreux

[0031] Le matériau fibreux qui est imprégné par la composition géopolymère dans l'étape (e1) est de préférence un matériau fibré non tissé. Qu'il soit non tissé ou pas, il possède avantageusement une structure souple et flexible.

[0032] Ce matériau fibreux, typiquement non tissé, peut notamment être choisi parmi les matériaux celluloseux, les matériaux à base de polymères organiques synthétiques, les fibres de verre, et un de leurs mélanges, et de préférence parmi les matériaux à base de polymères organiques synthétiques.

[0033] Les matériaux celluloseux peuvent être choisis parmi le papier, en particulier le papier buvard ; les matériaux non tissés fabriqués à partir de cellulose fonctionnalisée ou non fonctionnalisée ; les matrices à structure alvéolaire et/ou fibreuse fabriquées à partir de fibres naturelles d'acétate de cellulose.

[0034] Les matériaux à base de polymères organiques synthétiques peuvent être choisis parmi les matériaux polymères à matrice poreuse et/ou fibreuse de polyoléfine(s), en particulier ceux choisis parmi les homo- et copolymères de propylène, les homo- et copolymères d'éthylène, les polyéthylènes haute densité (HDPE), les polyamides aromatiques (aramides), les polyesters, et un de leurs mélanges.

[0035] Selon un mode de réalisation intéressant de l'invention, le matériau fibreux non tissé est un polyéthylène téréphtalate (PET).

[0036] Le matériau fibreux non tissé présente de préférence un grammage allant de 50 à 120 g/cm² environ. Cela permet ainsi d'obtenir une couche composite suffisamment flexible pour pouvoir être manipulée facilement, et suffisamment robuste pour obtenir une bonne protection au feu.

La couche composite aéopolymère/matériau fibreux obtenue selon l'invention à l'issue de l'étape (e2)

[0037] Cette couche composite, obtenue par l'imprégnation du matériau fibreux par la composition géopolymère dans le dispositif de l'invention puis durcissement de la composition induisant la formation d'un matériau géopolymère intriqué dans les fibres du matériau fibreux, constitue en général une couche continue, typiquement non poreuse, en surface du cœur de câble, propre à être revêtue ultérieurement par d'autres couches de revêtement ou par un adhésif.

[0038] Compte tenu de la mise en oeuvre du dispositif de l'invention, cette couche composite a une épaisseur sensiblement constante, cette épaisseur a en général une valeur allant typiquement de 0,2 à 3 mm environ, par exemple de 0,5 à 1 mm environ.

[0039] Le plus souvent, le matériau géopolymère représente de 5 à 98% en poids environ, de préférence de 55 à 95% en poids environ, et de préférence encore de 65 à 90% en poids environ, par rapport au poids total de la couche composite réalisée en employant le dispositif de l'invention.

[0040] Par ailleurs, le matériau fibreux non tissé représente en général de 2 à 95% en poids environ, de façon particulièrement préférée de 5 à 45% en poids environ, et encore plus préférentiellement de 10 à 35% en poids environ, par rapport au poids total de la couche composite réalisée en employant le dispositif de l'invention.

La composition géopolymère utilisable dans l'étape (e1)

[0041] Lorsque l'étape (e) met en oeuvre une composition géopolymère, il s'agit de préférence une composition géopolymère liquide. Pour permettre une application par pulvérisation, on préfère employer dans l'étape (e) une composition de relativement faible viscosité, de préférence inférieure à 5 Pa.s.

[0042] Une composition géopolymère employée dans

l'étape (e) est de préférence une composition géopolymère aluminosilicate.

[0043] De façon particulièrement préférée une composition géopolymère employée dans l'étape (e) comprend de l'eau, du silicium (Si), de l'aluminium (Al), de l'oxygène (O), et au moins un élément choisi parmi le potassium (K), le sodium (Na), le lithium (Li), le césium (Cs), et le calcium (Ca), et de préférence choisi parmi le potassium (K) et le sodium (Na).

[0044] Cette composition géopolymère peut en particulier comprendre au moins un premier aluminosilicate, au moins un premier silicate alcalin, de l'eau, et éventuellement une base alcaline.

Le premier aluminosilicate

[0045] Le premier aluminosilicate peut être choisi parmi les métakaolins (i.e. kaolins calcinés), les cendres volantes (bien connues sous l'anglicisme « *fly ash* »), le laitier de haut fourneau (bien connu sous l'anglicisme « *blast furnace slag* »), les argiles gonflantes telles que la bentonite, les argiles calcinées, tout type de composé comprenant de l'aluminium et de la fumée de silice, les zéolithes, et un de leurs mélanges.

[0046] Parmi ces composés, les métakaolins sont préférés, notamment ceux commercialisés par la société Imérys.

[0047] Dans l'invention, l'expression « métakaolin » signifie un kaolin calciné ou un aluminosilicate déshydroxylé. Il est de préférence obtenu par déshydratation d'un kaolin ou d'une kaolinite.

[0048] La composition géopolymère peut comprendre de 5 à 50% en poids environ d'aluminosilicate, et de préférence de 10 à 35% en poids environ d'aluminosilicate, par rapport au poids total de la composition géopolymère.

[0049] La composition géopolymère peut comprendre en outre un deuxième aluminosilicate différent du premier aluminosilicate.

[0050] De préférence, la composition géopolymère comprend deux kaolins calcinés ayant des températures de calcination différentes.

[0051] Selon une forme de réalisation particulièrement préférée de l'invention, la composition géopolymère comprend un premier métakaolin choisi parmi les kaolins calcinés à une température T_{c1} d'au moins 650°C environ, et un deuxième métakaolin choisi parmi les kaolins calcinés à une température T_{c2} telle que $T_{c2} - T_{c1} \geq 100^\circ\text{C}$ environ, au moins un premier silicate alcalin, de l'eau, et éventuellement une base alcaline. La composition géopolymère peut alors présenter des propriétés mécaniques améliorées, notamment en termes de flexibilité et de durabilité, tout en garantissant de bonnes propriétés de réaction et de résistance au feu.

[0052] Selon une forme de réalisation de l'invention, le premier métakaolin est un kaolin calciné à une température T_{c1} d'au moins 700°C environ, et de préférence d'au moins 725°C environ.

[0053] Selon une forme de réalisation préférée de l'in-

vention, le premier métakaolin est un kaolin calciné à une température T_{c1} d'au plus 875°C environ, et de préférence d'au plus 825°C environ.

[0054] Le premier métakaolin peut comprendre au moins 20% en mole environ, et de préférence au moins 30% en mole environ d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3), par rapport au nombre de moles total du premier métakaolin.

[0055] Le premier métakaolin peut comprendre au plus 60% en mole environ, et de préférence au plus 50% en mole environ d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3), par rapport au nombre de moles total du premier métakaolin.

[0056] Le premier métakaolin peut comprendre au moins 35% en mole environ, et de préférence au moins 45% en mole environ d'oxyde de silicium (SiO_2), par rapport au nombre de moles total du premier métakaolin.

[0057] Le premier métakaolin peut comprendre au plus 75% en mole environ, et de préférence au plus 65% en mole environ d'oxyde de silicium (SiO_2), par rapport au nombre de moles total du premier métakaolin.

[0058] À titre d'exemples de premier métakaolin, on peut citer les métakaolins vendus par la société Imérys, notamment celui commercialisé sous la référence Po-leStar® 450.

[0059] Le premier métakaolin peut être choisi parmi les kaolins calcinés à T_{c1} telle que définie dans l'invention, pendant au moins 1 min environ, de préférence pendant au moins 10 min environ, de façon particulièrement préférée pendant une durée allant d'environ 30 min à 8h, et de façon plus particulièrement préférée pendant une durée allant d'environ 2h à 6h.

[0060] Le deuxième métakaolin est choisi de préférence parmi les kaolins calcinés à une température T_{c2} telle que $T_{c2} - T_{c1} \geq 150^\circ C$ environ, de façon particulièrement préférée telle que $T_{c2} - T_{c1} \geq 200^\circ C$ environ, et de façon plus particulièrement préférée telle que $T_{c2} - T_{c1} \geq 250^\circ C$ environ.

[0061] Selon une forme de réalisation de l'invention, le deuxième métakaolin est un kaolin calciné à une température T_{c2} d'au moins 800°C environ, de préférence d'au moins 850°C environ, et de façon particulièrement préférée d'au moins 900°C environ.

[0062] Selon une forme de réalisation préférée de l'invention, le deuxième métakaolin est un kaolin calciné à une température T_{c2} d'au plus 1200°C environ, et de préférence d'au plus 1150°C environ.

[0063] Le deuxième métakaolin peut comprendre au moins 20% en mole environ, et de préférence au moins 30% en mole environ d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3), par rapport au nombre de moles total du deuxième métakaolin.

[0064] Le deuxième métakaolin peut comprendre au plus 60% en mole environ, et de préférence au plus 50% en mole environ d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3), par rapport au nombre de moles total du deuxième métakaolin.

[0065] Le deuxième métakaolin peut comprendre au moins 35% en mole environ, et de préférence au moins 45% en mole environ d'oxyde de silicium (SiO_2), par rapport au nombre de moles total du deuxième métakaolin.

[0066] Le deuxième métakaolin peut comprendre au plus 75% en mole environ, et de préférence au plus 65% en mole environ d'oxyde de silicium (SiO_2), par rapport au nombre de moles total du deuxième métakaolin.

[0067] À titre d'exemples de deuxième métakaolin, on peut citer les métakaolins vendus par la société Imérys, notamment celui commercialisé sous la référence Po-leStar® 200R.

[0068] Le deuxième métakaolin peut être choisi parmi les kaolins calcinés à T_{c2} telle que définie dans l'invention, pendant au moins 1 min environ, de préférence pendant au moins 5 min environ, de façon particulièrement préférée pendant une durée allant d'environ 10 min à 2h, et de façon plus particulièrement préférée pendant une durée allant d'environ 15 min à 1h.

[0069] Le rapport massique [premier métakaolin/deuxième métakaolin] dans la composition géopolymère va de préférence de 0,1 à 2 environ, de façon particulièrement préférée de 0,5 à 1,0 environ, et de façon plus particulièrement préférée est d'environ 1.

[0070] La composition géopolymère peut comprendre de 5 à 50% en poids environ, et de préférence de 10 à 35% en poids environ de premier et deuxième métakaolins, par rapport au poids total de la composition géopolymère.

Le premier silicate alcalin

[0071] Le premier silicate alcalin peut être choisi parmi les silicates de sodium, les silicates de potassium, et l'un de leurs mélanges.

[0072] Les silicates alcalins commercialisés par la société Silmaco ou par la société PQ corporation sont préférés. Le premier silicate alcalin est de préférence un silicate de sodium.

[0073] Le premier silicate alcalin peut avoir un rapport molaire SiO_2/M_2O allant de 1,1 à 35 environ, de préférence de 1,3 à 10 environ, et de façon particulièrement préférée de 1,4 à 5 environ, avec M étant un atome de sodium ou de potassium, et de préférence un atome de sodium.

[0074] La composition géopolymère peut comprendre de 5 à 60% en poids environ, et de préférence de 10 à 50% en poids environ de premier silicate alcalin, par rapport au poids total de la composition géopolymère.

Le deuxième silicate alcalin

[0075] La composition géopolymère peut comprendre en outre un deuxième silicate alcalin différent du premier silicate alcalin.

[0076] Le deuxième silicate alcalin peut être choisi parmi les silicates de sodium, les silicates de potassium, et l'un de leurs mélanges. Les silicates alcalins commercialisés par la société Silmaco ou par la société PQ Corporation sont préférés. Le deuxième silicate alcalin est de préférence un silicate de sodium.

[0077] Les premier et deuxième silicates alcalins peu-

vent avoir respectivement des rapports molaires $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ et $\text{SiO}_2/\text{M}'_2\text{O}$ tels que M et M', identiques, sont choisis parmi un atome de sodium et un atome de potassium, et de préférence un atome de sodium, et lesdits rapports ont des valeurs différentes, de préférence des valeurs telles que leur différence est d'au moins 0,3, de façon particulièrement préférée telles que leur différence est d'au moins 0,5, et de façon plus particulièrement préférée telles que leur différence est d'au moins 1,0.

[0078] Selon un mode de réalisation de l'invention, la composition géopolymère comprend :

- un premier silicate alcalin ayant un rapport molaire $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ allant de 1,5 à 2,6 environ, et
- un deuxième silicate alcalin ayant un rapport molaire $\text{SiO}_2/\text{M}'_2\text{O}$ supérieur à 2,6, de préférence allant de 2,8 à 4,5 environ, et de façon particulièrement préférée allant de 3,0 à 4,0 environ, étant entendu que M' est identique à M.

[0079] La composition géopolymère peut comprendre de 10 à 60% en poids environ, et de préférence de 20 à 50% en poids environ de premier et deuxième silicates alcalins, par rapport au poids total de la composition géopolymère.

[0080] Le rapport massique [premier silicate alcalin/deuxième silicate alcalin] dans la composition géopolymère va de préférence de 0,5 à 2,5, et de façon particulièrement préférée de 0,8 à 2,0.

La base alcaline (optionnelle)

[0081] La base alcaline peut être de l'hydroxyde de sodium, ou de l'hydroxyde de potassium, et de préférence de l'hydroxyde de sodium.

[0082] La composition géopolymère peut être exempte de base alcaline. Cela permet ainsi d'améliorer la manipulation de la composition géopolymère, en particulier lors de la préparation d'un câble.

[0083] Le rapport massique matières solides/eau dans ladite composition géopolymère détermine la cinétique de solidification lors des étapes i) à iii).

[0084] La composition géopolymère peut comprendre de 35% à 80% en poids environ, et de façon particulièrement préférée de 40% à 70% en poids environ, de matières solides (silicate alcalin(s), aluminosilicate(s) et base alcaline), par rapport au poids total de ladite composition géopolymère.

[0085] La composition géopolymère peut comprendre en outre un ou plusieurs additifs choisis parmi :

- des fibres minérales, notamment choisies parmi les fibres d'alumine,
- un additif à structure polymère, notamment choisi parmi les fibres de polyoléfine telles que les fibres de polypropylène, de polyéthylène haute densité (HDPE), les aramides, et les fibres techniques de verre enduites de silicone ou d'un polymère organi-

que de type polyéthylène ; un copolymère de styrène-butadiène (SBR) ; un copolymère de styrène-butadiène-éthylène (EBS) ; les dérivés des copolymères de styrène-éthylène, notamment ceux commercialisés par Kraton tels qu'un copolymère de styrène-éthylène-butylène-styrène (SEBS), un copolymère de styrène-butadiène-styrène (SBS), un copolymère de styrène-isoprène-styrène (SIS), un copolymère de styrène-propylène-éthylène (EPS) ou un copolymère de styrène-éthylène-propylène-styrène (SEPS) ; un copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle (EVA), un polyorganosiloxane réticulé (e.g. à l'aide d'un peroxyde) ; du polyéthylène éventuellement sous forme de poudre ; des lignosulfonates ; de l'acétate de cellulose ; et d'autres dérivés de la cellulose ;

- un composé accélérant la prise en masse, notamment choisi parmi le sulfate d'aluminium, les aluns (e.g. sulfate double d'aluminium et de potassium), le chlorure de calcium, le sulfate de calcium, le sulfate de calcium hydraté, l'aluminat de sodium, le carbonate de sodium, le chlorure de sodium, le silicate de sodium, le sulfate de sodium, le chlorure de fer (III), et les lignosulfonates de sodium,
- un agent retardant la prise en masse, notamment choisi parmi l'ammonium, les métaux alcalins, les métaux alcalino-terreux, le borax, le borate de zinc, les lignosulfonates et en particulier les sels de métaux de lignosulfonates de calcium, les celluloses telles que la carboxyméthyl hydroéthyl cellulose, les lignines sulfoalkylées telles que par exemple la lignine sulfométhylée, les acides hydroxycarboxyliques, les copolymères de sels d'acide 2-acrylamido-2-méthylpropane sulfonique et d'acide acrylique ou d'acide maléique, et les sels saturés,
- une charge inerte, notamment choisi parmi le talc, les micas, et les argiles déshydratées ,
- un amidon,
- un plastifiant de l'amidon, notamment choisi parmi un stéarate de métal, un polyéthylène glycol, un éthylène glycol, un polyol comme le glycérol, le sorbitol, le mannitol, le maltitol, le xylitol ou un oligomère de l'un de ces polyols, un sucrose comme le glucose ou le fructose, un plastifiant contenant des groupes amides, et tout type de plastifiant à base de polysaccharide(s) modifié(s),
- un dérivé de la cellulose, et/ou
- un matériau carboné expansé tel qu'un graphite expansé.

[0086] La composition géopolymère peut comprendre de 0,01 à 15% en poids environ d'additif(s), et de préférence de 0,5 à 8% en poids environ d'additif(s), par rapport au poids total de la composition géopolymère.

Le matériau géopolymère

[0087] Selon l'étape (e2) du procédé de l'invention, on

obtient un matériau géopolymère autour de l'élément conducteur allongé flexible lorsque la composition employée dans l'étape (e) est une composition géopolymère. Le géopolymère est de préférence obtenu par durcissement, géopolymérisation et/ou polycondensation de ladite composition géopolymère.

[0088] En particulier, la composition géopolymère telle que définie dans l'invention est apte à former ledit matériau géopolymère. Les ingrédients de la composition géopolymère peuvent donc subir une polycondensation pour former ledit matériau géopolymère. Le durcissement s'effectue par réaction interne du type polycondensation.

[0089] Les matériaux géopolymères résultent d'une réaction de polycondensation minérale par activation alcaline, dite géosynthèse, par opposition aux liants traditionnels hydrauliques dans lesquels le durcissement est le résultat d'une hydratation des aluminates de calcium et des silicates de calcium.

[0090] Dans la présente invention, l'expression « matériau géopolymère » désigne un matériau solide comprenant du silicium (Si), de l'aluminium (Al), de l'oxygène (O) et au moins un élément choisi parmi le potassium (K), le sodium (Na), le lithium (Li), le césium (Cs) et le calcium (Ca), et de préférence choisi parmi le potassium (K), et le sodium (Na).

[0091] Le matériau géopolymère peut être un matériau géopolymère aluminosilicate.

[0092] Le matériau géopolymère aluminosilicate peut être choisi parmi les poly(sialates) répondant à la formule (I) $M_n(-Si-O-Al-O-)_n [(M)-PS]$ et ayant un rapport molaire Si/Al égal à 1, les poly(sialate-siloxos) répondant à la formule (II) $M_n(-Si-O-Al-O-Si-O-)_n [(M)-PPS]$ et ayant un rapport molaire Si/Al égal à 2, les poly(sialate-disiloxos) répondant à la formule (III) $M_n(-Si-O-Al-O-Si-O-Si-O-)_n [(M)-PSDS]$ et ayant un rapport molaire Si/Al égal à 3, et d'autres poly(sialates) de rapport Si/Al > 3, les poly(sialates) précitées comprenant un cation alcalin M choisi parmi K, Na, Li, Cs et l'un de leurs mélanges, et n désigne le degré de polymérisation.

[0093] Dans un mode de réalisation, le matériau géopolymère représente de 5 à 98% en poids environ, de préférence de 55 à 95% en poids environ, et de préférence encore de 65 à 90% en poids environ, par rapport au poids total de la couche composite.

[0094] Le procédé peut comprendre en outre avant l'étape (e), une étape (e_0) de préparation de la composition géopolymère comprenant le mélange dudit premier aluminosilicate avec ledit premier silicate alcalin, l'eau, et éventuellement la base alcaline.

[0095] L'étape (e_0) est généralement effectuée à un pH élevé, notamment variant de 10 à 13.

[0096] L'étape (e_0) comprend de préférence les sous-étapes suivantes :

(e_{0-1}) une sous-étape de préparation d'une solution aqueuse du premier silicate alcalin, et

(e_{0-2}) une sous-étape de mélange du premier aluminosilicate sous forme de poudre avec la solution

aqueuse de silicate alcalin préparée à la sous-étape (i_{01}) précédente.

[0097] La solution aqueuse du premier silicate alcalin peut être préparée en mélangeant du dioxyde de silicium SiO_2 ou un silicate alcalin avec une base MOH dans laquelle M est K ou Na.

[0098] Le dioxyde de silicium SiO_2 peut être choisi parmi la fumée de silice (i.e. silice pyrogénée), le quartz, et leurs mélanges.

[0099] La sous-étape (e_{0-1}) peut être effectuée en dissolvant la base dans de l'eau, entraînant un dégagement de chaleur (réaction exothermique), puis en ajoutant la silice (ou le silicate alcalin). La chaleur dégagée accélère alors la dissolution de la silice (ou du silicate alcalin) lors de la sous-étape (i_{01}), et du premier aluminosilicate lors de la sous-étape (e_{0-2}).

[0100] Lorsque le deuxième aluminosilicate et/ou le deuxième silicate alcalin tel(s) que défini(s) dans l'invention existe(nt), l'étape (e_0) de préparation de la composition géopolymère peut comprendre le mélange dudit premier aluminosilicate et éventuellement dudit deuxième aluminosilicate, avec ledit premier silicate alcalin, éventuellement ledit deuxième silicate alcalin, de l'eau, et éventuellement la base alcaline.

[0101] L'étape (e_0) comprend de préférence le mélange des premier et deuxième métakaolins, avec le premier silicate alcalin et éventuellement le deuxième silicate alcalin, de l'eau, et éventuellement une base alcaline.

[0102] Les premier et deuxième métakaolins et les premier et deuxième silicates alcalins sont tels que définis dans l'invention.

[0103] Selon une forme de réalisation préférée, l'étape (e_0) comprend les sous-étapes suivantes :

(e_{0-a}) le mélange des premier et deuxième silicates alcalins, notamment sous agitation,
(e_{0-b}) éventuellement l'ajout d'une base alcaline, notamment en maintenant l'agitation, et
(e_{0-c}) l'ajout des premier et deuxième métakaolins, notamment en maintenant l'agitation.

[0104] À l'issue de l'étape (e_0), ou de la sous-étape (e_{0-2}) ou (e_{0-c}), on obtient préférentiellement une solution fluide et homogène.

[0105] À l'issue de l'étape (e_0), la composition géopolymère peut comprendre de 35% à 80% en poids environ, et de façon particulièrement préférée de 40% à 70% en poids environ, de matières solides (silicate alcalin(s), aluminosilicate(s) et base alcaline), par rapport au poids total de ladite composition géopolymère.

[0106] Un tel rapport massique permet d'avoir une composition géopolymère assez fluide pour permettre sa manipulation, et dont la cinétique de solidification est assez lente pour permettre la formation d'une couche lors de l'étape (e_1).

[0107] Le rapport massique matières solides/eau dans ladite composition géopolymère peut permettre de dé-

terminer la cinétique de solidification de ladite composition géopolymère.

[0108] Après l'étape (e₀) de préparation de la composition géopolymère, et avant l'étape (e₁), la composition géopolymère peut être chauffée, notamment à une température allant de 55°C à 95°C environ, et de façon particulièrement préférée de 70°C à 90°C environ. Cela permet ainsi de faciliter l'étape (e₁).

Le matériau inflammable

[0109] Le matériau inflammable protégé par le revêtement opéré dans l'étape (e₁), qui peut avantageusement être le matériau constitutif d'au moins une couche électriquement isolante ou semi-conductrice du câble, est, selon un mode de réalisation intéressant, un matériau polymère inflammable.

[0110] A titre de polymère inflammable protégeables selon l'invention, on peut notamment citer le polychlorure de vinyle et les polyoléfines et notamment les polymères d'éthylène et de propylène. A titre d'exemple de polymères d'éthylène, on peut citer le polyéthylène linéaire basse densité (LLDPE), le polyéthylène basse densité (LDPE), le polyéthylène moyenne densité (MDPE), le polyéthylène haute densité (HDPE), les copolymères d'éthylène et d'acétate de vinyle (EVA), les copolymères d'éthylène et d'acrylate de butyle (EBA), d'acrylate de méthyle (EMA), de 2-hexyléthyl acrylate (2HEA), les copolymères d'éthylène et d'alpha-oléfines tels que par exemple les polyéthylène-octène (PEO), les copolymères d'éthylène et de propylène (EPR), les terpolymères d'éthylène et de propylène (EPT) tels que par exemple les terpolymères d'éthylène propylène diène monomère (EPDM) ou un de leurs mélanges.

[0111] Le matériau inflammable ne contient en général pas de composé ignifugeant. En particulier, il ne contient en général pas de charge ignifugeante, et notamment pas de charge minérale ignifugeante hydratée telle qu'un hydroxyde de magnésium ou un trihydroxyde d'aluminium.

[0112] Le matériau inflammable peut cependant contenir d'autres types de charge, notamment une charge inerte, notamment choisi parmi le talc, les micas, les argiles déshydratées et un de leurs mélanges.

EXEMPLE

[0113] Les effets intéressants qui sont obtenus en employant le procédé de l'invention sont illustré par l'exemple ci-dessous, dans lequel des câbles initialement résistants au feu ont été volontairement endommagés (par griffure de leur gaine de protection n'affectant pas la couche interne isolante pour faire chuter leur performance de résistance au feu) puis post-traités selon l'invention afin d'observer les effets sur les performances. Dans cet exemple, on a appliqué sur les parties endommagées du ruban de matériau fibreux imprégné de composition géopolymère et en formant à l'aide de ce ruban au moins un

anneau fermé autour du câble.

[0114] Deux types de câble ont été utilisés, à savoir :

- un câble R2V 3×1.5mm² (câble base PVC) ;
- un câble Alsecure Premium 2×1.5mm².

[0115] Deux types de tests de performance ont été effectués pour ces câbles :

[0116] Essais de non-propagation à la flamme selon la norme IEC/EN 60332-1-2

[0117] Ces essais mesurent des distances de propagation de flamme. Les performances visées pour un câble résistant au feu correspondent à une distance de propagation la plus faible possible.

[0118] Les tests selon la norme IEC/EN60332-1-2 ont été effectués sur le câble initial non endommagé, puis sur le câble endommagé, puis sur le câble endommagé post-traité selon l'invention.

[0119] Trois séries de mesure ont été réalisées pour chaque câble testé (séries 1, 2 et 3 pour R2V ; séries 4, 5 et 6 pour le câble Alsecure Premium), chaque série comportant le test initial, le test après endommagement et le test après le post-traitement de l'invention)

[0120] Pour les deux câbles, on a observé :

- une nette chute des performances suite à l'endommagement, avec une augmentation de la distance de propagation, et
- une très forte amélioration des performances après l'application avec une performance même meilleure que celle du câble initial.

[0121] Plus précisément les distances de propagation mesurées sont les suivantes :

[0122] Pour le câble R2V 3×1.5mm² :

- Câble initial : 121 mm en moyenne (série 1 : 124 mm - série 2 : 128 mm - série 3 : 112 mm)
- Câble endommagé : 152 mm en moyenne (série 1 : 186 mm - série 2 : 147 mm - série 3 : 122 mm)
- Câble endommagé post-traité selon l'invention : 58 mm en moyenne (série 1 : 88 mm - série 2 : 52 mm - série 3 : 34 mm)

[0123] Pour le câble Alsecure Premium 2×1.5mm² :

- Câble initial : 70 mm en moyenne (série 4 : 68 mm - série 5 : 64 mm - série 6 : 78 mm)
- Câble endommagé : 130 mm en moyenne (série 4 : 136 mm - série 5 : 142 mm - série 6 : 112 mm)
- Câble endommagé post-traité selon l'invention : 50 mm en moyenne (série 4 : 35 mm - série 5 : 48 mm - série 6 : 67 mm)

[0124] Essais selon la norme NFC 32070 - catégorie CR1

[0125] Ces essais ont été effectués pour le câble Alsecure Premium 2×1.5mm² (quatre séries 7, 8, et 9 et

10, comprenant chacune une mesure sur la câble initial, une mesure après endommagement et une mesure après le post-traitement selon l'invention)

[0126] Les temps de résistances au feu suivants ont été mesurés (plus ce temps est élevé, meilleures sont les performances du câble) :

- Câble initial : 115 minutes en moyenne (série 7 : 120 min - série 8 : 120 min - série 9 : 98 min - série 10 : 120 min) 10
- Câble endommagé : 57 minutes en moyenne (série 7 : 48 min - série 8 : 57 min - série 9 : 87 min - série 10 : 34 min)
- Câble endommagé post-traité selon l'invention : 119 minutes en moyenne (série 7 : 114 min - série 8 : 120 min - série 9 : 120 min - série 10 : 120 min) 15

[0127] Là encore on observe :

- une nette chute des performances suite à l'endommagement, avec une très nette réduction du temps de résistance (environ 1h contre presque 2h pour le câble de départ) , et 20
- une très forte amélioration des performances après l'application avec une récupération des performances du câble initial (environ 2h) . 25

Revendications

1. Procédé pour améliorer les propriétés de résistance au feu d'un câble, qui comprend au moins une étape (e1) dans laquelle on dépose, sur une portion seulement de la surface extérieure dudit câble, un matériau fibreux imprégné de composition géopolymère, ce par quoi on obtient un revêtement composite résistant au feu sur ladite portion de la surface extérieure du câble traité. 30
2. Procédé selon la revendication 1, où le matériau imprégné est appliqué sur un câble comprenant une couche destinée à assurer une résistance au feu endommagée localement, avec des fragilités locales, et où, dans l'étape (e1), le matériau fibreux est déposé de façon à recouvrir lesdites fragilités locales de ladite couche endommagée. 40 45
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, où, dans l'étape (e1), le matériau fibreux est déposé sur une partie du câble destiné à être soumis à des conditions de température plus élevée que le reste du câble. 50
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, où l'étape (e1) est suivie d'une étape (e2) de durcissement de la composition polymère. 55
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, où l'étape (e1) n'est pas suivie d'une étape (e2) de dur-

cissement de la composition polymère.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, où l'étape (e1) est conduite :

- en appliquant, autour d'une portion seulement de la surface extérieure du câble, un ruban comprenant un matériau fibreux imprégné de composition géopolymère et en formant à l'aide de ce ruban au moins un anneau fermé autour du câble ; ou

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, où l'étape (e1) est conduite en est effectuée en déposant sur le câble à traiter un revêtement composite résistant au feu sur une zone qui ne forme pas un anneau continu autour du câble et en solidarissant le revêtement avec le câble à l'aide d'une couche d'adhésif plus extérieure au câble que le revêtement effectué selon l'étape (e1) et, le cas échéant, de l'étape (e2).

8. Câble susceptible d'être obtenu selon le procédé de l'une des revendications 1 à 7.

9. Kit pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant :

- un matériau fibreux imprégné de composition géopolymère dans un contenant fermé étanche ; et
- optionnellement un film adhésif

10. Kit pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant :

- une composition géopolymère dans un récipient fermé étanche ; et
- un matériau fibreux destiné à être imprégné par ladite composition, de préférence sous forme de ruban ou de compresse.



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 16 7207

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 3 754 671 A1 (NEXANS [FR]) 23 décembre 2020 (2020-12-23) * exemple 1 * * le document en entier * -----	1-10	INV. H01B7/295
X	EP 3 640 956 A1 (NEXANS [FR]) 22 avril 2020 (2020-04-22) * revendications 7-9; exemple 1 * * le document en entier * -----	1-10	
X	FR 3 109 014 A1 (NEXANS [FR]) 8 octobre 2021 (2021-10-08) * exemple 1 * * le document en entier * -----	1-10	
X	FR 3 111 648 A1 (NEXANS [FR]) 24 décembre 2021 (2021-12-24) * revendications 1-3; exemple 1 * * le document en entier * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		21 août 2023	Ziegler, Jan
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 23 16 7207

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

21-08-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3754671 A1	23-12-2020	CN 112117060 A	22-12-2020
		EP 3754671 A1	23-12-2020
		ES 2915201 T3	21-06-2022
		FR 3097679 A1	25-12-2020
		KR 20200145738 A	30-12-2020
		US 2021005358 A1	07-01-2021

EP 3640956 A1	22-04-2020	EP 3640956 A1	22-04-2020
		FR 3087574 A1	24-04-2020

FR 3109014 A1	08-10-2021	BR 112022019941 A2	06-12-2022
		CN 115427208 A	02-12-2022
		CO 2022015289 A2	16-01-2023
		EP 4132761 A1	15-02-2023
		FR 3109014 A1	08-10-2021
		KR 20220164780 A	13-12-2022
		US 2023109750 A1	13-04-2023
		WO 2021205103 A1	14-10-2021

FR 3111648 A1	24-12-2021	EP 4168621 A1	26-04-2023
		FR 3111648 A1	24-12-2021
		WO 2021255394 A1	23-12-2021

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 3670471 A [0005]